

22.12.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   4 月 2 3 日  
Date of Application:

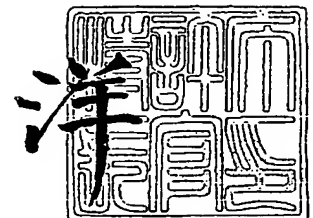
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 1 2 8 8 5 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 4 - 1 2 8 8 5 6 ]

出   願   人            松 下 電 工 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   2 月   4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 04P00826  
【提出日】 平成16年 4月23日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 A61L 9/22  
H01T 23/00

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内  
【氏名】 相澤 浩一

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内  
【氏名】 菰田 卓哉

【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 松下電工株式会社内  
【氏名】 馬場 徹

【特許出願人】  
【識別番号】 000005832  
【氏名又は名称】 松下電工株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100087767  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 西川 恵清  
【電話番号】 06-6345-7777

【選任した代理人】  
【識別番号】 100085604  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 森 厚夫

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 053420  
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9004844

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

大気圧中で電子を放出可能な電子源と、電子源に対向配置され電子源との間に電子源を低電位側として加速電圧が印加されるアノード電極と、電子源およびアノード電極が収納されたケースとを備え、ケースには、アノード電極と電子源との間のイオン生成空間へ供給する乾燥ガスを導入するガス導入口と、電子源から放出された電子線がイオン生成空間で乾燥ガスに作用することにより生成されたイオンが吹き出す吹出口とが設けられてなることを特徴とするイオン発生装置。

**【請求項 2】**

前記ケースの外側にグリッド電極を備えることを特徴とする請求項 1 記載のイオン発生装置。

**【請求項 3】**

前記ケース内には、前記イオン生成空間と前記吹出口との間に補助電極が設けられてなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のイオン発生装置。

**【請求項 4】**

前記ケースの外側には、前記イオン生成空間と前記吹出口との間に対応する部位に補助電極が設けられてなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のイオン発生装置。

**【請求項 5】**

前記ケースの外側において前記吹出口から吹き出したイオンの流れ方向に交差する方向から所望のイオン化対象のガスを供給するガス供給手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載のイオン発生装置。

**【請求項 6】**

前記乾燥ガスが、酸素を含むガスであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のイオン発生装置。

**【請求項 7】**

前記ケースが複数個積層されてなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載のイオン発生装置。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】イオン発生装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、イオン発生装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、真空中に限らず大気圧中でも電界放射により電子を放出することが可能な電子源として、例えば、図8に示す構成の電子源10'が知られており（例えば、特許文献1、2、3参照）、この電子源10'を利用したイオン発生装置として図9に示す構成のものが提案されている。

## 【0003】

図8に示す構成の電子源10'は、導電性基板としてのn形シリコン基板1の主表面（一表面）側に酸化した多孔質多結晶シリコンよりなる強電界ドリフト層6が形成され、強電界ドリフト層6上に金属薄膜（例えば、金薄膜）よりなる表面電極7が形成されている。また、n形シリコン基板1の裏面にはオーミック電極2が形成されており、n形シリコン基板1とオーミック電極2とで下部電極12を構成している。なお、表面電極7の厚さ寸法は例えば10nm程度に設定されている。また、図8に示す構成の電子源10'では、下部電極12と強電界ドリフト層6との間にノンドープの多結晶シリコン層3が介在しており、多結晶シリコン層3と強電界ドリフト層6とで、下部電極12と表面電極7との間に介在し電子が通過する電子通過層を構成しているが、多結晶シリコン層3を介在させずに強電界ドリフト層6のみで電子通過層を構成したものも提案されている。また、上述の電子源10'では、下部電極12と電子通過層と表面電極7とで電子源素子を構成しているが、絶縁性基板上に導電性層からなる下部電極と電子通過層と表面電極とからなる電子源素子を形成した電子源も提案されている。

## 【0004】

上述の電子源10'から電子を放出させるには、例えば、表面電極7に対向配置されたアノード電極9を設け、表面電極7とアノード電極9との間を真空とした状態で、表面電極7が下部電極12に対して高電位側となるように表面電極7と下部電極12との間に直流電圧 $V_{ps}$ を印加するとともに、アノード電極9が表面電極7に対して高電位側となるようにアノード電極9と表面電極7との間に直流電圧 $V_c$ を印加する。ここに、直流電圧 $V_{ps}$ を適宜に設定すれば、下部電極12から注入された電子が強電界ドリフト層6をドリフトし表面電極7を通して放出される（図8、図9中の一点鎖線は表面電極7を通して放出された電子 $e^-$ の流れを示す）。なお、強電界ドリフト層6の表面に到達した電子はホットエレクトロンであると考えられ、表面電極7を容易にトンネルし真空中に放出される。

## 【0005】

上述の各電子源10'では、表面電極7と下部電極12との間に流れる電流をダイオード電流 $I_{ps}$ と呼び、アノード電極9と表面電極7との間に流れる電流をエミッション電流（放出電子電流） $I_e$ と呼ぶことにすれば（図8参照）、ダイオード電流 $I_{ps}$ に対するエミッション電流 $I_e$ の比率（ $=I_e/I_{ps}$ ）が大きいほど電子放出効率（ $= (I_e/I_{ps}) \times 100 [\%]$ ）が高くなる。なお、上述の電子源10'では、表面電極7と下部電極12との間に印加する直流電圧 $V_{ps}$ を10～20V程度の低電圧としても電子を放出させることができ、直流電圧 $V_{ps}$ が大きいほどエミッション電流 $I_e$ が大きくなる。ここに、表面電極7と下部電極12との間に印加する直流電圧 $V_{ps}$ を10～20V程度とした時に電子源10'から放出される電子のエネルギーは4～8eV程度である。

## 【0006】

図9に示した構成のイオン発生装置は、電子源10'が収納された直方体状のケース120'と、図9においてケース120'の上方に設けられ電子源10'の表面電極7に対向するアノード電極9とを備え、電子源10'から放出された電子がケース120'の上壁に設けた格子状の窓部121'を通してケース120'外へ取り出され、ケース120

’の窓部121’とアノード電極9との間のイオン生成空間B’へ供給される空気をイオン化するようになっている。なお、図9中の矢印F11はイオン生成空間B’へ供給する空気の流れを示し、同図中の矢印F12はイオン生成空間B’において発生したイオンの流れを示している。

【特許文献1】特開平11-329213号公報

【特許文献2】特開2000-100316号公報

【特許文献3】特開2001-155622号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述の図9に示した構成のイオン発生装置では、ケース120’内の雰囲気は空気となっており、電子源10’の電子放出特性（エミッション電流 $I_e$ 、電子放出効率など）が空気中の湿度の影響を受けるので、イオンの発生量が不安定になってしまうという不具合があった。図10は時間経過とともに湿度を変化させたときのエミッション電流の測定結果の一例を示したグラフであり（横軸が経過時間、図10中の「イ」が湿度、「ロ」がエミッション電流 $I_e$ ）、湿度が10%（10%RH）を超えるとエミッション電流 $I_e$ が低下し始め、30%（30%RH）を超えるとエミッション電流 $I_e$ が急減している。

【0008】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、空気中の湿度の影響を受けずに安定してイオンを発生させることができるイオン発生装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1の発明は、大気圧中で電子を放出可能な電子源と、電子源に対向配置され電子源との間に電子源を低電位側として加速電圧が印加されるアノード電極と、電子源およびアノード電極が収納されたケースとを備え、ケースには、アノード電極と電子源との間のイオン生成空間へ供給する乾燥ガスを導入するガス導入口と、電子源から放出された電子線がイオン生成空間で乾燥ガスに作用することにより生成されたイオンが吹き出す吹出口とが設けられてなることを特徴とする。

【0010】

この発明によれば、ケース内において電子源とアノード電極とが対向配置されており、ケースのガス導入口を通してケース内へ導入された乾燥ガスが電子源とアノード電極との間のイオン生成空間へ供給され、電子源から放出された電子線がイオン生成空間で乾燥ガスに作用することにより生成されたイオンはケースの吹出口を通してケースの外へ吹き出されるので、電子源の電子放出特性が空気中の湿度の影響を受けることなく安定し、空気中の湿度の影響を受けずに安定してイオンを発生させることができる。

【0011】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記ケースの外側にグリッド電極を備えることを特徴とする。

【0012】

この発明によれば、グリッド電極の電位を適宜制御することにより前記吹出口から吹き出すイオンの量を制御したり、イオンの運動エネルギーを制御したり、イオンの放出方向を制御したりすることが可能となる。

【0013】

請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記ケース内には、前記イオン生成空間と前記吹出口との間に補助電極が設けられてなることを特徴とする。

【0014】

この発明によれば、補助電極の電位を適宜制御することにより前記ケース内で発生するイオンの量を制御することが可能となり、前記吹出口を通して吹き出すイオンの量を制御することが可能となる。

## 【0015】

請求項4の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記ケースの外側には、前記イオン生成空間と前記吹出口との間に対応する部位に補助電極が設けられてなることを特徴とする。

## 【0016】

この発明によれば、補助電極の電位を適宜制御することにより前記ケース内で発生するイオンの量を制御することが可能となり、前記吹出口を通して吹き出すイオンの量を制御することが可能となる。

## 【0017】

請求項5の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記ケースの外側において前記吹出口から吹き出したイオンの流れ方向に交差する方向から所望のイオン化対象のガスを供給するガス供給手段を備えることを特徴とする。

## 【0018】

この発明によれば、前記乾燥ガスに電子線が作用することにより発生するイオンとは別の所望のイオンを前記ケースの外で発生させることが可能となる。

## 【0019】

請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、前記乾燥ガスが、酸素を含むガスであることを特徴とする。

## 【0020】

この発明によれば、前記乾燥ガスが電子源からの電子線によりマイナスイオンになりやすくなるので、マイナスイオンを簡単に発生することができ、また、前記吹出口を通して前記ケースの外へ吹き出したマイナスイオンが空気中の分子と結びついて種々のイオンを発生する。

## 【0021】

請求項7の発明は、請求項1ないし請求項6の発明において、前記ケースが複数個積層されてなることを特徴とする。

## 【0022】

この発明によれば、発生するイオンの量を増大させることができる。

## 【発明の効果】

## 【0023】

請求項1の発明では、電子源の電子放出特性が空気中の湿度の影響を受けることなく安定し、空気中の湿度の影響を受けずに安定してイオンを発生させることができるという効果がある。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0024】

## (実施形態1)

本実施形態のイオン発生装置は、図1に示すように、電界放射により電子線を放出する電子源10と、電子源10の表面電極7(図2参照)に対向配置され表面電極7との間に表面電極7を低電位側として加速電圧が印加されるアノード電極9と、電子源10およびアノード電極9が収納された直方体状のケース20とを備え、ケース20には、アノード電極9と電子源10の表面電極7との間のイオン生成空間Bへ供給する乾燥ガス(例えば、乾燥空気、乾燥酸素など)を導入するガス導入口21と、電子源10から放出された電子線(図1、図2中の一点鎖線の矢印は電子源10から放出された電子 $e^-$ の流れを示す)がイオン生成空間Bで乾燥ガスに作用することにより生成されたイオンが吹き出す吹出口22とが設けられてなる。ここに、乾燥ガスとは、低湿度のガスのことであり、湿度が30%RH以下のガスであることが望ましく、10%RH以下であるとさらに好ましい。なお、図1中の矢印F1はガス導入口21を通してケース20内へ導入される乾燥ガスの流れを示し、同図中の矢印F2は吹出口22を通してケース20外へ吹き出すイオンの流れを示している。

## 【0025】

電子源 10 は、図 2 に示すように、矩形板状の絶縁性基板（例えば、絶縁性を有するガラス基板、絶縁性を有するセラミック基板など） 11 の一表面上に金属膜（例えば、タングステン膜など）からなる下部電極 12 が形成され、下部電極 12 上に強電界ドリフト層 6 が形成され、強電界ドリフト層 6 上に金属薄膜（例えば、金薄膜）よりなる表面電極 7 が形成されている。

#### 【0026】

本実施形態における電子源 10 では、強電界ドリフト層 6 が電子通過層を構成しており、下部電極 12 と電子通過層と表面電極 7 とで表面電極 7 を通して大気圧中へ電子を放出する電子源素子 10 a を構成している。また、本実施形態のイオン発生装置は、電子源素子 10 a の表面電極 7 と下部電極 12 との間に表面電極 7 を高電位側として直流電圧（駆動電圧） $V_{ps}$  を印加する駆動用電源、アノード電極 9 と表面電極 7 との間にアノード電極 9 を高電位側（つまり、表面電極 7 を低電位側）として直流電圧（加速電圧） $V_c$  を与える加速用電源を備えている。

#### 【0027】

電子源素子 10 a の強電界ドリフト層 6 は、後述のナノ結晶化プロセスおよび酸化プロセスを行うことにより形成されており、図 3 に示すように、少なくとも、下部電極 12 の表面側に列設された柱状の多結晶シリコンのグレイン（半導体結晶）51 と、グレイン 51 の表面に形成された薄いシリコン酸化膜 52 と、グレイン 51 間に介在する多数のナノメータオーダーのシリコン微結晶（半導体微結晶）63 と、各シリコン微結晶 63 の表面に形成され当該シリコン微結晶 63 の結晶粒径よりも小さな膜厚の酸化膜である多数のシリコン酸化膜（絶縁膜）64 とから構成されることが考えられる。ここに、各グレイン 51 は、下部電極 12 の厚み方向に延びている（つまり、絶縁性基板 11 の厚み方向に延びている）。

#### 【0028】

上述の電子源素子 10 a から電子を放出させるには、図 2 に示すように、表面電極 7 が下部電極 12 に対して高電位側となるように表面電極 7 と下部電極 12 との間に駆動電圧  $V_{ps}$  を上記駆動電源により印加すれば、下部電極 12 から強電界ドリフト層 6 へ注入された電子が強電界ドリフト層 6 をドリフトし表面電極 7 を通して放出される（図 2 中の一点鎖線は表面電極 7 を通して放出された電子  $e^-$  の流れを示す）。ここに、強電界ドリフト層 6 の表面に到達した電子はホットエレクトロンであると考えられ、表面電極 7 を容易にトンネルし大気中に放出される。また、電子源素子 10 a に駆動電圧  $V_{ps}$  を印加するとともに、アノード電極 9 が表面電極 7 に対して高電位側となるようにアノード電極 9 と表面電極 7 との間に加速電圧  $V_c$  を上記加速用電源により印加しておけば、電子源素子 10 a が上記駆動電圧  $V_{ps}$  により駆動されて表面電極 7 を通して電子が放出され、表面電極 7 を通して放出された電子が加速電圧  $V_c$  により加速される。

#### 【0029】

本実施形態の電子源素子 10 a では、表面電極 7 と下部電極 12 との間に流れる電流をダイオード電流  $I_{ps}$  と呼び、アノード電極 9 と表面電極 7 との間に流れる電流をエミッション電流（放出電子電流） $I_e$  と呼ぶことにすれば（図 2 参照）、ダイオード電流  $I_{ps}$  に対するエミッション電流  $I_e$  の比率（ $= I_e / I_{ps}$ ）が大きいほど電子放出効率（ $= (I_e / I_{ps}) \times 100 [\%]$ ）が高いことになる。ここに、本実施形態における電子源素子 10 a では、表面電極 7 と下部電極 12 との間に印加する駆動電圧  $V_{ps}$  を 10 ~ 20 V 程度の低電圧としても電子を放出させることができる。なお、本実施形態の電子源素子 10 a は、電子放出特性の真空度依存性が小さく且つ電子放出時にポッピング現象が発生せず安定して電子を高い電子放出効率で放出することができるという特徴を有しており、大気圧中でも電子を放出することができる。なお、電子源 10 へ与える駆動電圧  $V_{ps}$  は一定の直流電圧でもよいし、パルス状の電圧でもよい。また、駆動電圧  $V_{ps}$  をパルス状の電圧とした場合、駆動電圧  $V_{ps}$  を印加していない時に逆バイアスの電圧を印加するようにしてもよい。また、アノード電極 9 と表面電極 7 との間に印加する加速電圧  $V_c$  は、直流電圧でもよいし、駆動電圧  $V_{ps}$  とともにパルス状の電圧としてもよい。

## 【0030】

本実施形態における電子源素子 10a の基本構成は周知であり、次のようなモデルで電子放出が起こると考えられる。すなわち、表面電極 7 と下部電極 12 との間に表面電極 7 を高電位側として電圧を印加することにより、下部電極 12 から強電界ドリフト層 6 へ電子  $e^-$  が注入される。一方、強電界ドリフト層 6 に印加された電界の大部分はシリコン酸化膜 64 にかかるから、注入された電子  $e^-$  はシリコン酸化膜 64 にかかっている強電界により加速され、強電界ドリフト層 6 におけるグレイン 51 の間の領域を表面に向かって図 3 中の矢印の向き（図 3 における上向き）へドリフトし、表面電極 7 をトンネルし放出される。しかして、強電界ドリフト層 6 では下部電極 12 から注入された電子がシリコン微結晶 63 でほとんど散乱されることなくシリコン酸化膜 64 にかかっている電界で加速されてドリフトし、表面電極 7 を通して放出され（弾道型電子放出現象）、強電界ドリフト層 6 で発生した熱がグレイン 51 を通して放熱されるから、電子放出時にポッピング現象が発生せず、安定して電子を放出することができる。

## 【0031】

上述の強電界ドリフト層 6 の形成方法の一例について説明する。

## 【0032】

強電界ドリフト層 6 の形成にあたっては、まず、絶縁性基板 11 上に形成した下部電極 12 上にノンドープの多結晶シリコン層を例えば LPCVD 法などにより形成した後、上述のナノ結晶化プロセスを行うことにより、多結晶シリコンの多数のグレイン 51（図 3 参照）と多数のシリコン微結晶 63（図 3 参照）とが混在する複合ナノ結晶層（以下、第 1 の複合ナノ結晶層と称す）を形成する。ここにおいて、ナノ結晶化プロセスでは、例えば、55wt% のフッ化水素水溶液とエタノールとを略 1:1 で混合した混合液よりなる電解液を用い、下部電極 12 を陽極とし、電解液中において多結晶シリコン層に白金電極よりなる陰極を対向配置して、500W のタングステンランプからなる光源により多結晶シリコン層の主表面に光照射を行いながら、電源から陽極と陰極との間に定電流（例えば、電流密度が  $12\text{ mA/cm}^2$  の電流）を所定時間（例えば、10 秒）だけ流すことによって、多結晶シリコンのグレイン 51 およびシリコン微結晶 63 を含む第 1 の複合ナノ結晶層を形成する。

## 【0033】

ナノ結晶化プロセスが終了した後に、上述の酸化プロセスを行うことで第 1 の複合ナノ結晶層を電気化学的に酸化することによって、図 3 のような構成の複合ナノ結晶層（以下、第 2 の複合ナノ結晶層と称す）からなる強電界ドリフト層 6 を形成する。酸化プロセスでは、例えば、エチレングリコールからなる有機溶媒中に  $0.04\text{ mol/l}$  の硝酸カリウムからなる溶質を溶かした溶液よりなる電解液を用い、下部電極 12 を陽極とし、電解液中において第 1 の複合ナノ結晶層に白金電極よりなる陰極を対向配置して、下部電極 12 を陽極とし、電源から陽極と陰極との間に定電流（例えば、電流密度が  $0.1\text{ mA/cm}^2$  の電流）を流し陽極と陰極との間の電圧が 20V だけ上昇するまで第 1 の複合ナノ結晶層を電気化学的に酸化することによって、上述のグレイン 51、シリコン微結晶 63、各シリコン酸化膜 52、64 を含む第 2 の複合ナノ結晶層からなる強電界ドリフト層 6 を形成するようになっている。なお、本実施形態では、上述のナノ結晶化プロセスを行うことによって形成される第 1 の複合ナノ結晶層においてグレイン 51、シリコン微結晶 63 以外の領域はアモルファスシリコンからなるアモルファス領域となっており、強電界ドリフト層 6 においてグレイン 51、シリコン微結晶 63、各シリコン酸化膜 52、64 以外の領域がアモルファスシリコン若しくは一部が酸化したアモルファスシリコンからなるアモルファス領域 65 となっているが、ナノ結晶化プロセスの条件によってはアモルファス領域 65 が孔となり、このような場合の第 1 の複合ナノ結晶層は多孔質多結晶シリコン層とみなすことができる。

## 【0034】

なお、上述の強電界ドリフト層 6 では、シリコン酸化膜 64 が絶縁膜を構成しており絶縁膜の形成に酸化プロセスを採用しているが、酸化プロセスの代わりに窒化プロセスない



し酸化プロセスを採用してもよく、窒化プロセスを採用した場合には各シリコン酸化膜 52, 64 がいずれもシリコン窒化膜となり、酸化プロセスを採用した場合には各シリコン酸化膜 52, 64 がいずれもシリコン酸化膜となる。

#### 【0035】

ケース 20 は、上述のように直方体状に形成されており、図 1 (a) を用いて上下方向および左右方向を規定すれば、下壁における上壁との対向面に電子源 10 が配置され、上壁における下壁との対向面にアノード電極 9 が配置されている。また、ケース 20 は、右壁から側方に突出した円筒状の導入部 20a の先端面にガス導入口 21 が設けられるとともに、左壁から側方に突出した円筒状の導出部 20b の先端面に吹出口 22 が設けられており、導入部 20a および導出部 20b それぞれの流路の断面積がケース 20 における導入部 20a と導出部 20b との間の部位（ケース本体）の流路の断面積よりも小さくなっている。要するに、本実施形態のイオン発生装置では、乾燥ガスの流れ方向と電子線の流れ方向とがイオン生成空間 B において交差するようになっており、ガス導入口 21 からケース 20 内へ導入され吹出口 22 へ向かって流れる乾燥ガスがイオン生成空間 B において電子源 10 から放出された電子線により励起されてイオン化される。なお、イオン生成空間 B においてマイナスイオンを生成するには、イオン生成空間 B へ供給する乾燥ガスとして、電子親和力が正である元素を含んだガスや電子親和力が大きな元素を含んだガス（例えば、酸素ガスなど）をケース 20 の外部からガス導入口 21 を通してケース 20 内へ導入すればよく、乾燥ガスとして酸素ガスを採用した場合にはマイナスイオンを容易に発生させることができ、この場合、加速電圧  $V_c$  として数 V から数 kV の電圧をアノード電極 9 と表面電極 7 との間に印加すればよい。吹出口 22 を通してケース 20 の外へ吹き出したマイナスイオンが空気中の分子と結びついて種々のイオンが生成される。なお、マイナスイオンだけでなく、プラスイオンの発生も可能であり、プラスイオンを発生させる場合には、アノード電極 9 と表面電極 9 との間に乾燥ガスのイオン化エネルギー（電離エネルギー、通常は数十 eV 以上）以上のエネルギーを与える電圧（通常、数十 V ～ 数 MV）を印加するようにすればよい。

#### 【0036】

しかして、本実施形態のイオン発生装置では、ケース 20 内において電子源 10 とアノード電極 9 とが対向配置されており、ケース 20 のガス導入口 21 を通してケース 20 内へ導入された乾燥ガスが電子源 10 とアノード電極 9 との間のイオン生成空間 B を横切って流れるように吹出口 22 の位置を設計してあるから、電子源 10 から放出された電子線がイオン生成空間 B で乾燥ガスに作用することにより生成されたイオンはケース 20 の吹出口 22 を通してケース 20 の外へ吹き出されるので、電子源 10 の電子放出特性が空気中の湿度の影響を受けることなく安定し、空気中の湿度の影響を受けずに安定してイオンを発生させることができる。ここにおいて、ガス導入口 21 を通してケース 20 内へ導入する乾燥ガスの流量は多い方が、イオンの発生量が增大するとともに、イオンの発生量が安定する。また、本実施形態のイオン発生装置では、電子源 10 とアノード電極 9 との間の距離を短くした方が加速電圧  $V_c$  を低減できて低消費電力化を図れるという利点があるとともに、ケース 20 内での流体の速度が速くなってイオン発生空間 B で発生したイオンがケース 20 内でトラップされにくくなるという利点がある。

#### 【0037】

なお、本実施形態では、導入部 20a および導出部 20b それぞれを円筒状の形状に形成してあるが、円筒状に限らず、例えば、角筒状の形状としてもよい。また、ガス導入口 21 および吹出口 22 の大きさがケース 20 の流路の断面積よりも大きくなるように導入部 20a および導出部 20b を形成してもよい。また、導入部 20a および導出部 20b を設けずに、ケース 20 の右壁にガス導入口 21 を設けるとともに左壁に吹出口 22 を設けるようにしてもよく、この場合のガス導入口 21 および吹出口 22 の形状も円形状に限らず、例えば矩形状であってもよい。また、ケース 20 内に導入された乾燥ガスがイオン生成空間 B を横切るように設計すれば、ケース 20 の上壁あるいは下壁にガス導入口 21 および吹出口 22 を設けるようにしてもよいし、上壁と下壁との一方にガス導入口 21 を

設けて他方に吹出口 22 を設けるようにしてもよい。また、ガス導入口 21、吹出口 22 の数は 1 つに限らず、複数設けてもよい。また、アノード電極 9 は電子源 10 の表面電極 7 の表面に平行な面内での形状が乾燥ガスの流れ方向に直交する方向（つまり、図 1（b）の左右方向）を長手方向とする細長の形状とすることが好ましい。このような細長の形状が好ましいのは、イオン生成空間 B で発生したイオンがアノード電極 9 にトラップされにくくなるためであると考えられる。また、アノード電極 9 の形状は、板状に限らず、メッシュ状や線状など適宜変更してもよい。

#### 【0038】

##### （実施形態 2）

本実施形態のイオン発生装置の基本構成は実施形態 1 と略同じであって、図 4 に示すように、ケース 20 の外側において吹出口 22 から吹き出すイオンの量を制御するメッシュ状のグリッド電極 31 を備えている点が相違し、他の構成は実施形態 1 と同じなので説明を省略する。なお、グリッド電極 31 は、吹出口 22 との間の距離や電位を適宜設定すればよいが、吹出口 22 の近くに設けて電子源 10 の表面電極 7 に対して低電位となるように電位を設定することが、吹出口 22 から吹き出すイオンがマイナスイオンの場合には望ましく、且つ、マイナスイオンの放出量を増大させるという観点からも望ましい。

#### 【0039】

しかして、本実施形態のイオン発生装置では、グリッド電極 31 の電位を適宜制御することにより吹出口 22 から吹き出すイオンの量を制御することが可能となる。また、本実施形態のイオン発生装置では、メッシュ状のグリッド電極 31 を備えていることにより、吹出口 22 を通してケース 20 の外へ吹き出したイオンの運動エネルギーを制御したり、イオンを収束するといったイオンの放出方向を制御したりすることができるという利点もある。これらの作用は、グリッド電極 31 に印加された電位によって生じた電界とイオンとの電磁気力によって決まる。なお、メッシュ状のグリッド電極 31 のメッシュの粗さは特に限定するものではないが、粗さが粗い方が好ましい。また、グリッド電極 31 の形状はメッシュ状に限らず、イオンが通過する部分を有していればよく、例えば、多数の穴が開いた板状でもよいし、内径の異なる複数の円環状のワイヤを同心円状に配置した形状や、複数の直線状のワイヤを平行に配置した形状などでもよい。

#### 【0040】

##### （実施形態 3）

本実施形態のイオン発生装置の基本構成は実施形態 1 と略同じであって、図 5 に示すように、ケース 20 内におけるイオン生成空間 B と吹出口 22 との間にケース 20 内で発生するイオンの量が制御されるように電位が制御される補助電極 32 が設けられている点が相違し、他の構成は実施形態 1 と同じなので図示および説明を省略する。

#### 【0041】

ここに、本実施形態のイオン発生装置では、ケース 20 の上壁における下壁との対向面においてアノード電極 9 よりも吹出口 22 側の部位と、ケース 20 の下壁における上壁との対向面において電子源 10 よりも吹出口 22 側の部位とのそれぞれに、補助電極 32 を配置してある。

#### 【0042】

しかして、本実施形態のイオン発生装置では、補助電極 32 の電位を適宜制御することによりケース 20 内で発生するイオンの量を制御することが可能となり、吹出口 22 を通して吹き出すイオンの量を制御することが可能となる。ここにおいて、両補助電極 32 の電位は電子源 10 の表面電極 7 よりも高電位となるように設定することが、吹出口 22 から吹き出すイオンがマイナスイオンの場合には望ましく、且つ、マイナスイオンの放出量を増大させるという観点からも望ましい。これらの作用は、補助電極 32 に印加された電位によって生じた電界とイオンとの電磁気力によって決まる。ここで、マイナスイオンの場合には、補助電極 32 に高電位を印加すると、マイナスイオンがこの電位によって生じた電界によって吹出口 22 側へ引き出されることとなり、イオンの放出量が増大するものと考えられる。

## 【0043】

ところで、本実施形態のイオン発生装置では、ケース20内のイオン生成空間Bよりも下流側に2つの補助電極32を設けてあるが、補助電極32の形状や数は特に限定するものではなく、例えば、上述の2つの補助電極32のうちのいずれか一方のみを設けるようにしてもよいし、図6に示すように、ケース20の内周面の全周に亘って接する矩形棒状の補助電極32を1つだけ設けるようにしてもよい。

## 【0044】

## (実施形態4)

本実施形態のイオン発生装置の基本構成は実施形態1と略同じであって、図7に示すように、ケース20の外側においてイオン生成空間Bと吹出口22との間に対応する部位に、ケース20内で発生するイオンの量が制御されるように電位が制御される補助電極32が設けられている点や、ケース20の外側において吹出口22から吹き出したイオンの流れ方向に交差する方向から所望のイオン化対象のガス（例えば、水蒸気、薬効を含んだ水蒸気など）をイオンの流れへ吹きつけるように供給するガス供給手段30を備えている点が相違し、他の構成は実施形態1と同じなので図示および説明を省略する。なお、図7中のCはガス供給手段30から供給されるガスを模式的に示したものである。

## 【0045】

ここに、本実施形態のイオン発生装置では、ケース20の上壁の上面においてアノード電極9よりも吹出口22側の部位と、ケース20の下壁の下面において電子源10よりも吹出口22側の部位とのそれぞれに、補助電極32を配置してある。

## 【0046】

しかして、本実施形態のイオン発生装置では、実施形態3と同様に補助電極32の電位を適宜制御することによりケース20内で発生するイオンの量を制御することが可能となり、吹出口22を通して吹き出すイオンの量を制御することが可能となる。ここにおいて、両補助電極32の電位は電子源10の表面電極7よりも高電位となるように設定することが、吹出口22から吹き出すイオンがマイナスイオンの場合には望ましく、且つ、マイナスイオンの放出量を増大させるという観点からも望ましい。これらの作用は、補助電極32に印加された電位によってケース20内部に生じた電界とイオンとの電磁気力によって決まる。ここで、マイナスイオンの場合には、補助電極32に高電位を印加すると、ケース20内部にも高電位が誘引され、マイナスイオンがこの電位によって生じた電界によって吹出口22側へ引き出されることとなり、イオンの放出量が増大するものと考えられる。なお、本実施形態においても、実施形態3と同様、補助電極32の形状や数は特に限定するものではない。

## 【0047】

また、本実施形態のイオン発生装置では、ガス供給手段30から供給されたイオン化対象のガスに吹出口22から吹き出したイオンが結合したり、電子を相手に受け渡したりすることにより所望のイオンを発生させることが可能となる。要するに、本実施形態のイオン発生装置では、ケース20で乾燥ガスに電子線が作用することにより発生するイオンとは別の所望のイオンをケース20の外で発生させることが可能となる。なお、本実施形態におけるガス供給手段30を他の実施形態1～3に設けてもよいことは勿論である。

## 【0048】

ところで、上記各実施形態それぞれにおいて少なくとも電子源10およびアノード電極9を収納したケース20を複数個積層した構造を採用すれば、発生するイオンの量を増大させることができる。

## 【0049】

また、上記各実施形態の電子源10は、絶縁性基板11の上記一表面側に下部電極12を形成しているが、絶縁性基板11に代えてシリコン基板などの半導体基板を用い、半導体基板と当該半導体基板の裏面側に積層した導電性層（例えば、オーミック電極）とで下部電極を構成するようにしてもよい。また、上記各実施形態における電子源10は弾道型電子放出現象により電子を放出する電子源であって弾道電子面放出型電子源（Ballistic

electron Surface-emitting Device: BSD) と呼ばれているが、電子源 10 は BSD に限らず、大気圧中で電子放出が可能な電子源であればよい。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図 1】実施形態 1 のイオン発生装置を示し、(a) は概略断面図、(b) は概略側面図である。

【図 2】同上における電子源素子の動作説明図である。

【図 3】同上における電子源素子の要部説明図である。

【図 4】実施形態 2 のイオン発生装置の概略構成図である。

【図 5】実施形態 3 のイオン発生装置を示し、(a) は概略断面図、(b) は概略平面図である。

【図 6】同上の他の構成例を示す概略側面図である。

【図 7】実施形態 4 のイオン発生装置の概略構成図である。

【図 8】従来例における電子源の動作説明図である。

【図 9】従来例を示すイオン発生装置の概略構成図である。

【図 10】従来例の電子源におけるエミッション電流の湿度依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

【0051】

9 アノード電極

10 電子源

20 ケース

21 ガス導入口

22 吹出口

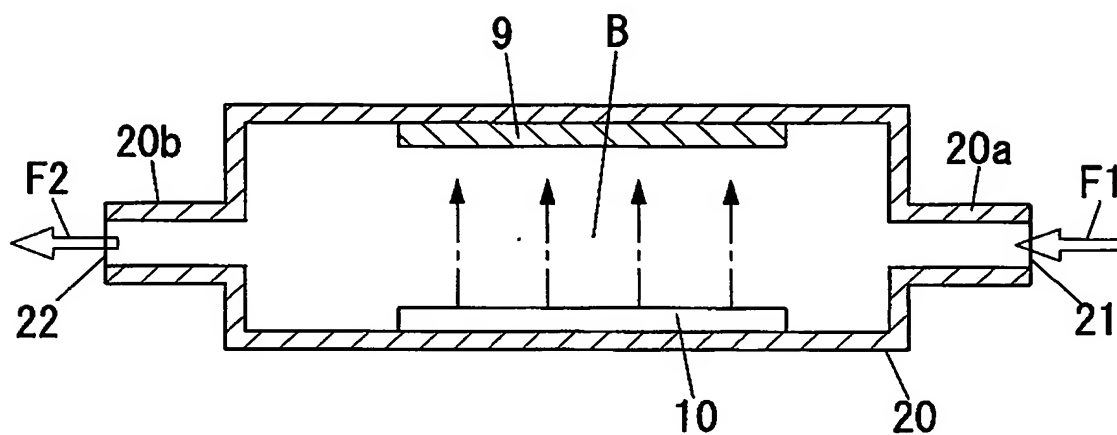
B イオン生成空間

【書類名】 図面

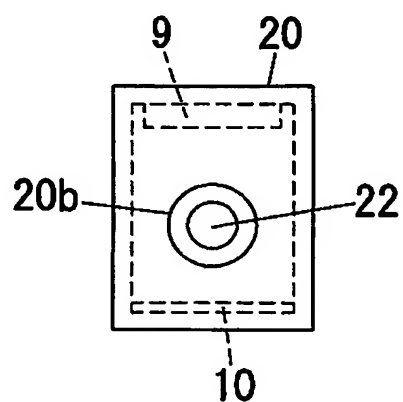
【図 1】

- 9 アノード電極  
10 電子源  
20 ケース  
21 ガス導入口  
22 吹出口  
B イオン生成空間

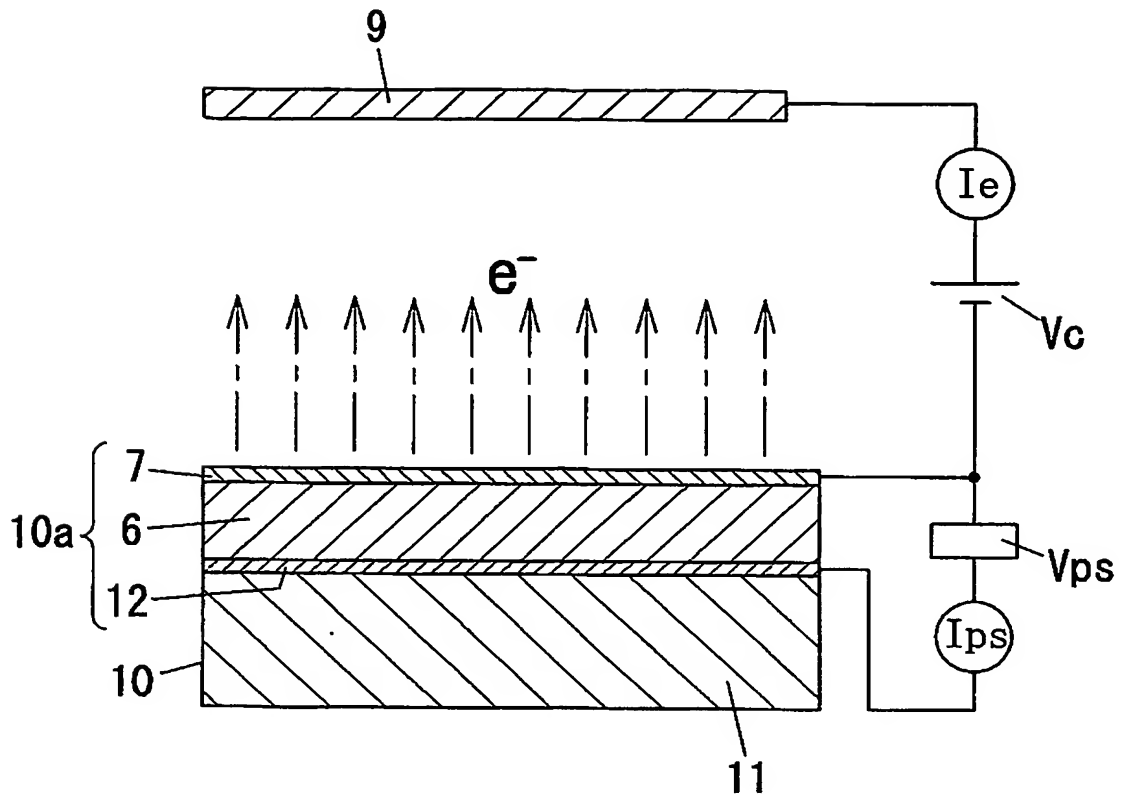
(a)



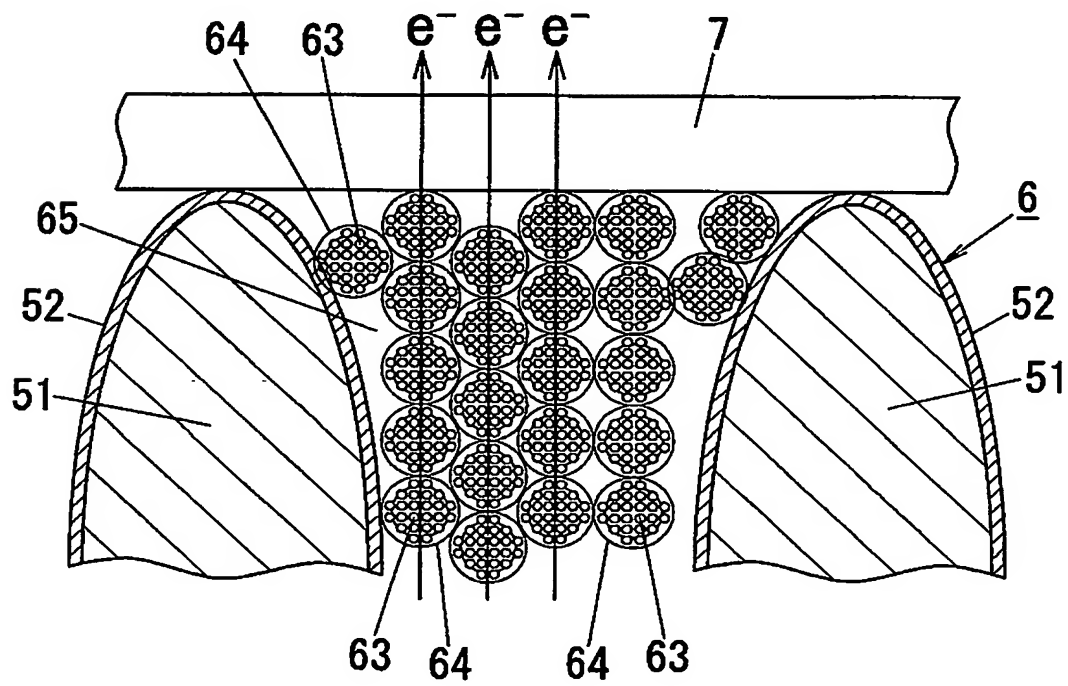
(b)



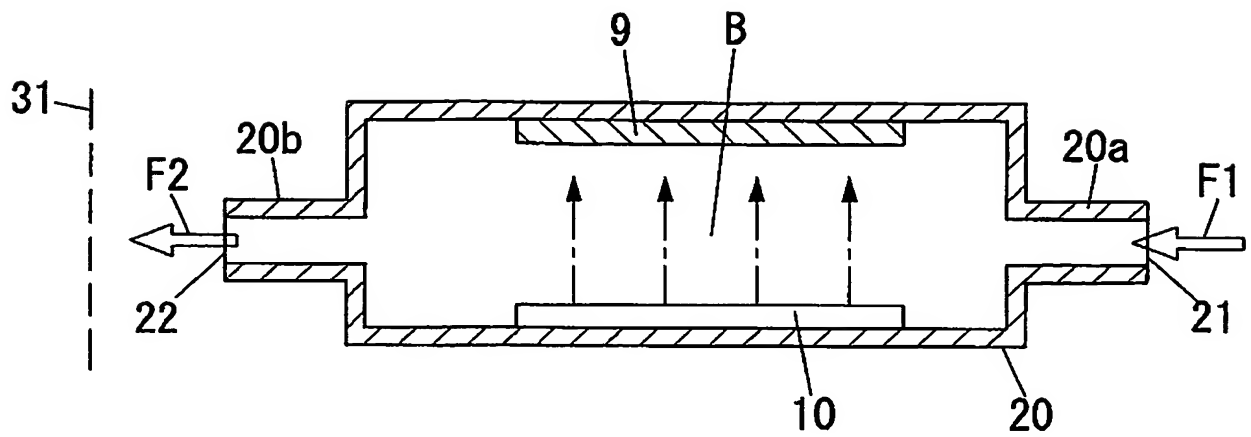
【図 2】



【図 3】

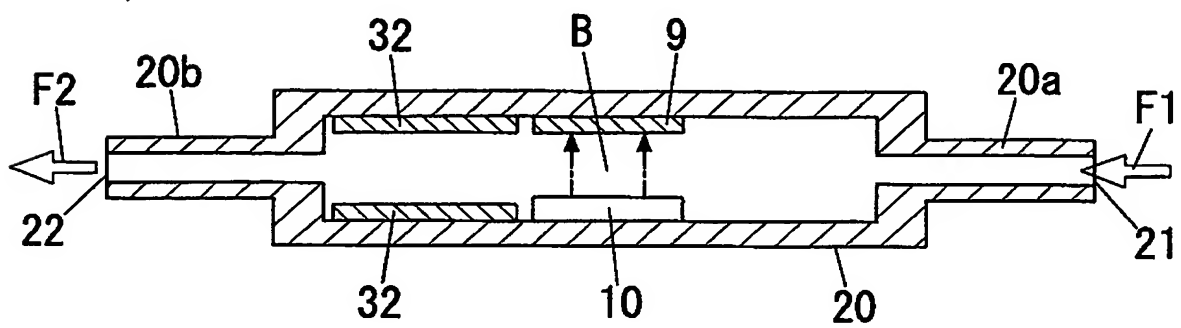


【図 4】

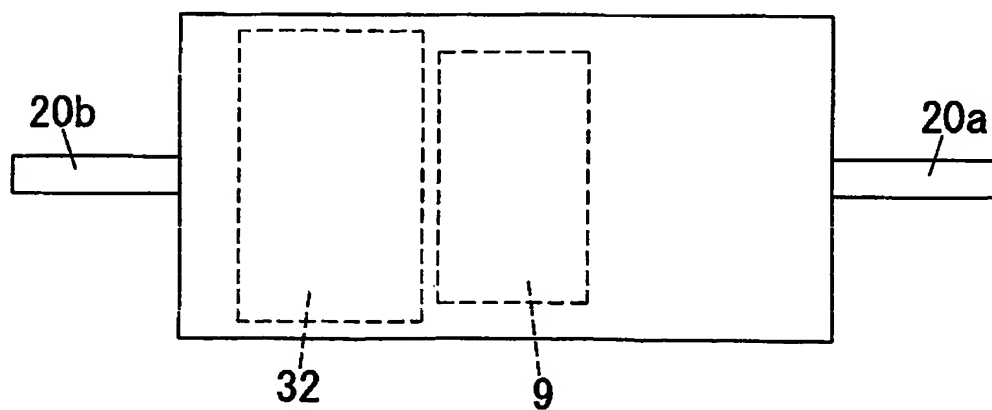


【図 5】

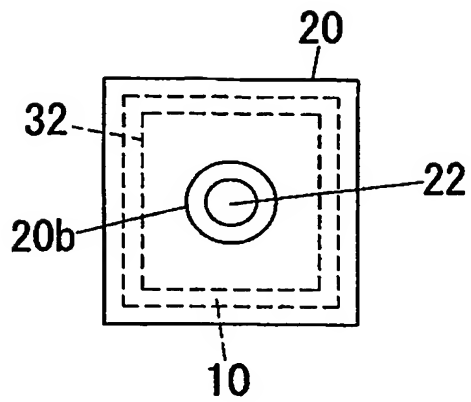
(a)



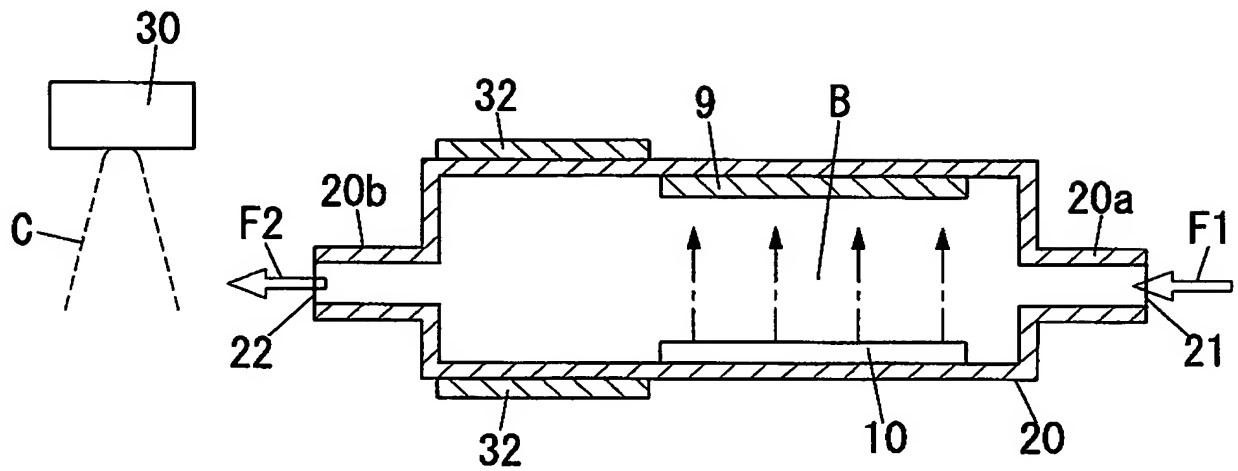
(b)



【図 6】

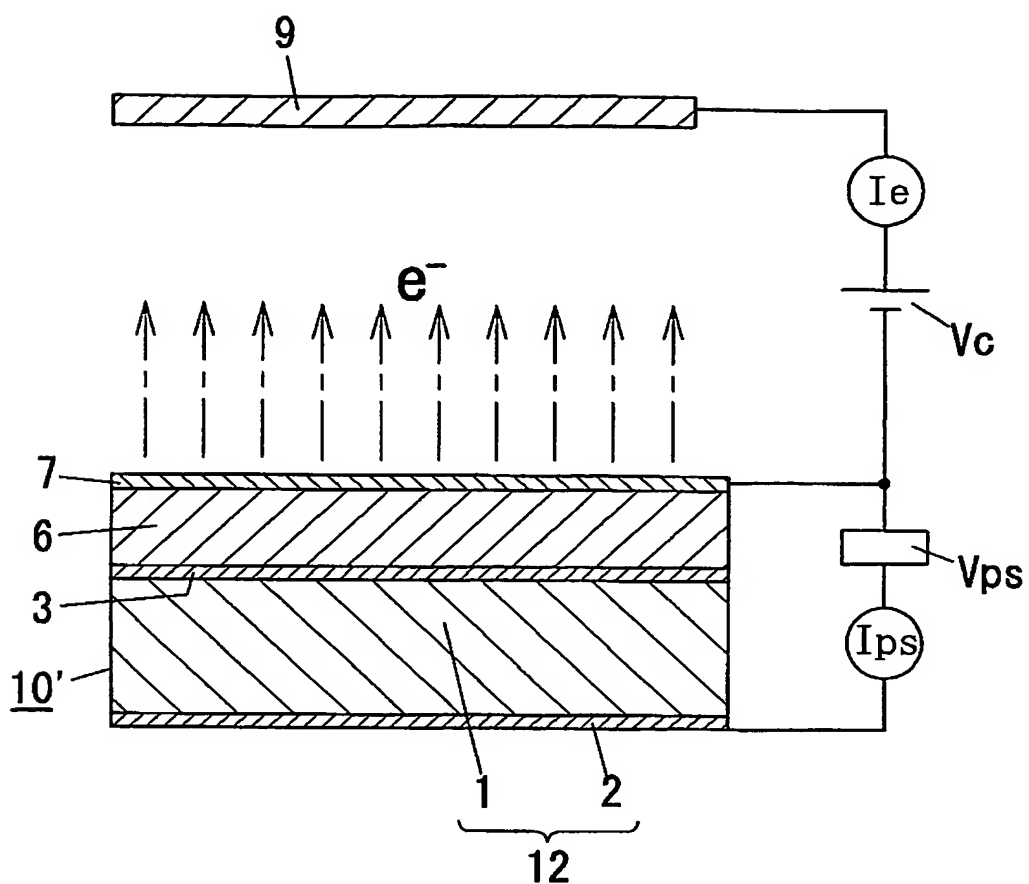


【図 7】

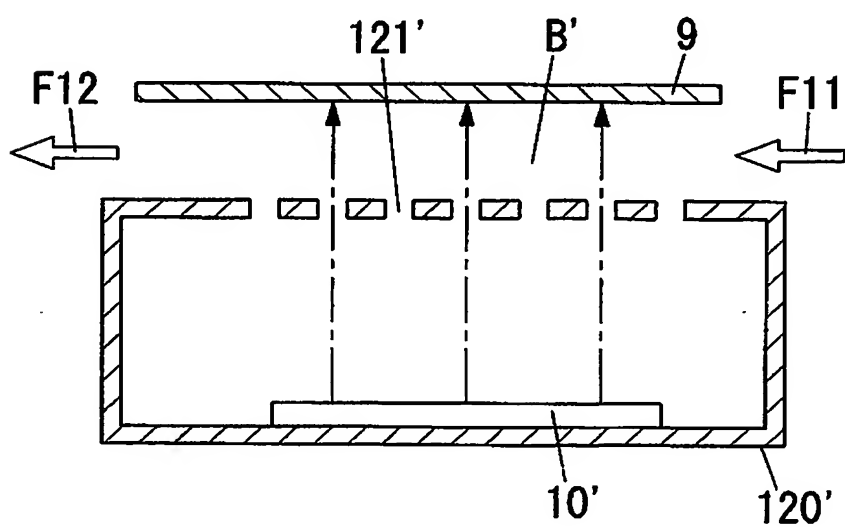




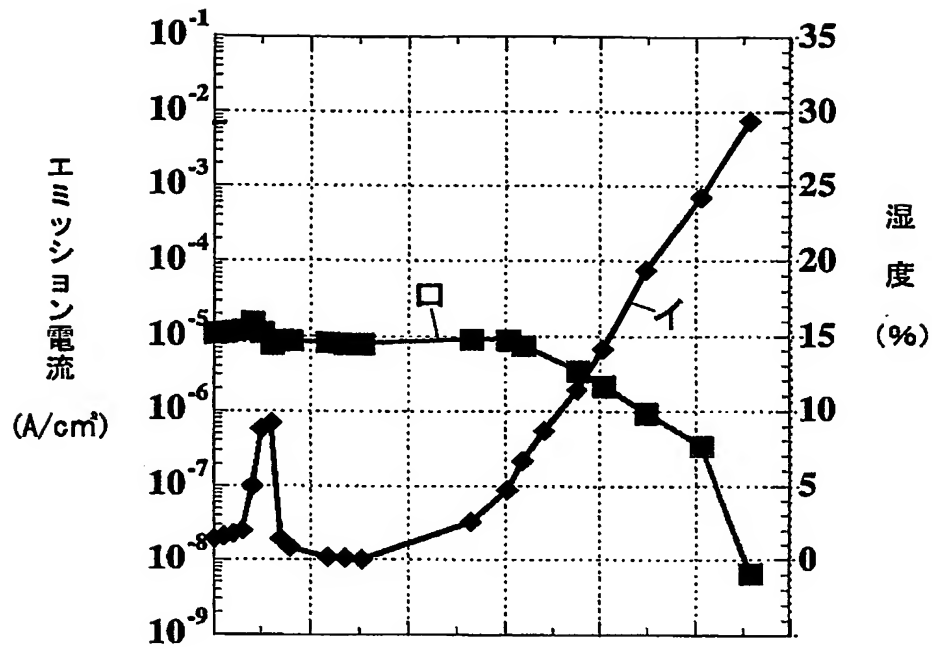
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 空気中の湿度の影響を受けずに安定してイオンを発生させることができるイオン発生装置を提供する。

【解決手段】 電界放射により電子線を放出する電子源 10 と、電子源 10 の表面電極に対向配置され電子源 10 の表面電極との間に表面電極を低電位側として加速電圧が印加されるアノード電極 9 と、電子源 10 およびアノード電極 9 が収納された直方体状のケース 20 とを備える。ケース 20 には、アノード電極 9 と電子源 10 の表面電極との間のイオン生成空間 B へ供給する乾燥ガスを導入するガス導入口 21 と、電子源 10 から放出された電子線がイオン生成空間 B で乾燥ガスに作用することにより生成されたイオンが吹き出す吹出口 22 とが設けてある。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 1 2 8 8 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 3 2 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地
氏 名	松下電工株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017969

International filing date: 25 November 2004 (25.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-128856  
Filing date: 23 April 2004 (23.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 February 2005 (17.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse